

#### Outline of the reference

Patent Publication No. 62-15695 (15695/1987)

Date of publication: April 8, 1987

Date of disclosure: March 31, 1984

Application Number: 57- 167847

Filing Date: September 27, 1982

Title of the invention: Light Weight Composite Member

#### Partial translation

Figs. 2A and 2B are a front view and a transverse sectional view taken along the line II-II, respectively, showing one embodiment of the present invention, while Figs. 3A and 3B are a front view and a transverse sectional view taken along the line III-III, respectively, showing another embodiment of the present invention. These composite members are formed in the following manner: a three-dimensional structure as a core material, which comprises line segments; namely, vertical threads Z, horizontal threads X and perpendicular threads Y, is shaped into a pillar-like form or a beam-like form. This three-dimensional structure is then wound in spirals clockwise and counterclockwise with reinforcing line segments comprising spiral threads W, to thereby form a base material. Figs. 2A and 2B show an embodiment in which a three-dimensional structure is formed by simply weaving line segments, that is, vertical threads Z, horizontal threads X and perpendicular threads Y, at right angles to each other. Figs. 3A and 3B show an embodiment in which a three-dimensional structure is formed by intertwining horizontal threads X and perpendicular threads Y with vertical threads Z in a manner similar to that of forming a plain weave.

As the spiral threads W to be disposed around the three-dimensional structure, a material in the form of threads or fiber bundles may be spirally wound around the three-dimensional structure with a substantially uniform pitch. Alternatively, prepreg, which is a sheet of a plurality of fibers oriented parallel to one another, may be utilized in such a manner that each fiber in the prepreg forms a spiral. The spiral threads may be woven into the peripheral area of the three-dimensional structure in an integral form.

As a material for the base material comprising the three-dimensional structure and reinforcing line segments, the following material may be utilized: an inorganic fiber such as glass fiber, carbon fiber, metal fiber or asbestos; a natural fiber such as silk, cotton, hemp or wool; or a synthetic fiber such as nylon, polyester or polypropylene. The above-mentioned material may be spun into a thread or formed into a filament.

As shown in Fig. 4, line segments of the base material are impregnated with matrix 3 and are cured, so that contact portions of the line segments, namely, vertical, horizontal and perpendicular threads, are fixedly connected to each other, while leaving voids among the line segments, to thereby form a composite member with a three-dimensional grid structure.

To manufacture a composite member with the above-described structure, the method described below can be utilized:

1. A three-dimensional structure is woven into an appropriate size.
2. The woven three-dimensional structure is impregnated with liquid synthetic resin, and is then defoamed, while an excess amount of synthetic resin on the three-dimensional

structure is drained off. Then, the remaining liquid synthetic resin on the three-dimensional structure is cured.

3. The three-dimensional structure, in which the contact portions of line segments are fixedly connected to each other due to the matrix comprising the above-mentioned synthetic resin, is cut into a pillar-shaped core material with predetermined dimensions.
4. The pillar-shaped core material is fixed to rotary shafts and is rotated slowly. While being rotated, the pillar-shaped core material is wound in spirals with line segments impregnated with liquid synthetic resin, which is then cured to integrally form a base material.

# Reference

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公告

⑫ 特許公報(B2)

昭62-15695

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 昭和62年(1987)4月8日

E 04 C 3/29  
B 32 B 5/02  
5/28  
F 16 S 3/02

2101-2E  
7310-4F  
7310-4F  
6730-2E

発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 軽量複合部材

⑯ 特 願 昭57-167847

⑰ 公 開 昭59-55946

⑱ 出 願 昭57(1982)9月27日

⑲ 昭59(1984)3月31日

⑳ 発 明 者 福 多 健 二 茨城県筑波郡谷田部町春日4丁目10-17

㉑ 発 明 者 小 野 岡 竜 三 茨城県筑波郡谷田部町松代4丁目403-304

㉒ 発 明 者 青 木 栄 次 八王子市片倉町363-8

㉓ 発 明 者 北 島 福 三 郎 横浜市神奈川区泉町17-11

㉔ 出 願 人 工 業 技 術 院 長

㉕ 指定代理人 工業技術院 繊維高分子材料研究所長

審 査 官 前 田 建 男

㉖ 参考文献 特開 昭57-56883 (JP, A)

1

2

## ⑳ 特許請求の範囲

1 実質的に柱状またはビーム状の形態を有する基材を、たて、よこ及び垂直の互いに直交する三方向の線条からなる三次元組織体のまわりに左右両方向に傾斜する補強線条を配することにより組織し、これらの各線条にマトリックスを含浸固化させることにより、たて、よこ及び垂直の線条間に空隙を設けた状態で各線条の接触部分を連結固定したことを特徴とする軽量複合部材。

### 発明の詳細な説明

本発明は軽量複合部材に関するものであり、さらに詳しくは、柱状あるいはビーム状に形成した軽量複合部材の改良に関するものである。

本発明者らは、先に特開昭55-87541号公報により格子状多孔性構造部材について提案している。この構造部材は、互いに直交する三方向の線条により組織された三次元組織体の上記各線条のみにマトリックスを含浸固化させ、各線条間に空隙を有する立体格子状に形成したもので、例えば土木建築用、航空機用あるいは船舶用の構造材や 20 軽量パネル等として有効に利用することができる。

しかるに、上記構成を有する構造部材は、圧縮、引張り、曲げ等に対してすぐれた強度を有し

ているが、それを柱状あるいはビーム状に形成した場合には、ねじりに対する強度が必ずしも十分なものとは言えない。

一方、柱状あるいはビーム状の構造材を形成する場合に、第1図に例示するように、複数のたて部材 1, 1, ……の間に傾斜した補強用部材 2, 2, ……を設けたものは公知である。しかしながら、このような構造材では、矢印によつて示す横方向からの外力に対して非常に弱いばかりでなく、それらと引張り、圧縮、曲げ、ねじり等との複合力の作用に対して十分な強度がなく、従つてその用途が限定されることになる。

本発明は、圧縮、引張り、曲げ、ねじり等の各種外力に対する十分な強度を有する柱状またはビーム状の軽量複合部材を提供しようとするものであつて、実質的に柱状またはビーム状の形態を有する基材を、たて、よこ及び垂直の互いに直交する三方向の線条からなる三次元組織体のまわりに左右両方向に傾斜する補強線条を配することにより組織し、これらの各線条にマトリックスを含浸固化させることにより、たて、よこ及び垂直の線条間に空隙を設けた状態で各線条の接触部分を連結固定したことを特徴とするものである。

以下、図面を参照して本発明の実施例について

3

4

詳述する。

第2図及び第3図各A、Bは、それぞれ本発明の実施例の正面図及びⅡ-Ⅱ、Ⅲ-Ⅲ線での横断面図を示している。これらの複合部材は、たて糸Z、よこ糸X及び垂直糸Yの各線條によつて組織された三次元組織体を芯材とし、それを柱状またはビーム状に形成して、そのまわりに螺旋状糸Wからなる補強線條を左右両方向の螺旋状に巻着することにより基材を形成している。第2図A、Bは、たて糸Z、よこ糸X及び垂直糸Yの各線條を単純に直交させて三次元組織体を製織した場合を示し、また第3図A、Bはたて糸Zに対してよこ糸X及び垂直糸Yを平織と同様な組織で絡み合わせた場合を示すものである。

上記三次元組織体においては、たて糸Zに対してよこ糸X及び垂直糸Yが略同一位置において直交するものであつても、あるいは異なる位置において直交するものであつても差支えない。

また、三次元組織体のまわりに配設する螺旋状糸Wは、糸状または繊維束状のものをその三次元組織体のまわりに略一定のピッチで螺旋状に巻着してもよいが、多数の繊維を配向状態で平面的に配列させたプリプレグ等を各繊維が螺旋状となるように巻着してもよく、さらにそれらの螺旋状糸を三次元組織体の周辺部に織込むことにより一体化することもできる。

三次元組織体及び補強線條からなる基材を構成する素材としては、ガラス繊維、炭素繊維、金属繊維、石棉などの無機繊維、絹、綿、麻、羊毛などの天然繊維、ナイロン、ポリエステル、ポリプロピレンなどの合成繊維等を用いることができ、これらの繊維は糸条に紡糸されたものでもよいし、フィラメント状のものでもよい。

而して、上記基材は、第4図に示すように、その各線條にマトリックス3を含浸固化させることにより、たて糸、よこ糸及び垂直糸の各線條間に空隙を設けた状態で各線條の接触部分を連結固定し、立体格子状の複合部材を形成させている。

上記マトリックスとしては、一般的にエポキシ、ポリエステル、その他の各種合成樹脂を含む成形可能な有機材料を使用するが、例えば、銅、アルミニウムなどの金属、ガラス、石英、セメント、その他の無機材料を用いることもできる。このマトリックスとして、例えば合成樹脂を用いる

場合には、上記基材を浸漬槽内の樹脂液中に浸漬した後にそれを取り出して樹脂の流下と脱泡を行い、その樹脂を硬化させればよく、これによつてたて糸Z、よこ糸X及び垂直糸Yの各線條間に大きな空隙のある立体格子状の複合部材を得ることができる。また、樹脂液中に浸漬した基材を遠心力作用下に置くことにより余分の樹脂液を除去する方法を用いることもでき、さらに予めマトリックスを含浸させた線條を用いて基材を構成し、そのマトリックスを硬化させると同時に各線條間の接触部分を連結固定することもできる。

このような構成を有する複合部材の製造には、次のような方法を用いることができる。

- ① 適宜大きさに三次元組織体を織成する。
- ② 織成した三次元組織体を合成樹脂液中に浸漬し、余分な樹脂液を流下させると共に脱泡を行い、その樹脂を固化させる。
- ③ 上記合成樹脂からなるマトリックスにより接触部分が連結固定された三次元組織体から、所要寸法の柱状をなす芯材を切出す。
- ④ 上記芯材を回転軸に取付けて緩回転させながら、合成樹脂液に浸漬した線條をそのまわりに螺旋状に巻き付け、それを基材と一体化した状態で硬化させる。

なお、第5図は上記④の方法を説明するためのもので、10は上記③によつて得られた芯材、11はその芯材10の両端を保持して回転させる回転軸、12は補強線條となる線條13をくり出すローピングパッケージ、14は合成樹脂液15をみたした浸漬層、16は供給された線條13を回転軸11の回転と同期してその軸線方向に移動させる誘導子を示している。

次に、本発明に基づいて製造した複合部材Aと、たて糸、よこ糸、垂直糸のみからなる三次元組織体にマトリックスを含浸固化させてなる複合部材Bと、第1図に示すような構造の複合材料Cの各種強度についての実験結果を示す。上記A、B、Cの各試験片は、線條材料としてガラスローピング(2370tex)を用い、マトリックスとしてエポキシ樹脂を用いたもので、ガラスローピングは、その製織動作を容易にするために、下撚りを1m当り50回、上撚りを1m当り40回加えた双糸状とした。また、A及びBの試験片は、よこ糸及び垂直糸のたて糸方向の糸配列ピッチを12mmと

5

し、他の糸の配列ピッチを10mmとした。A、B、Cの試験片についての各種強度を第1表に示し、それらのうちの比曲げ強度を曲げひずみとの関連において第6図に示す。

第 1 表

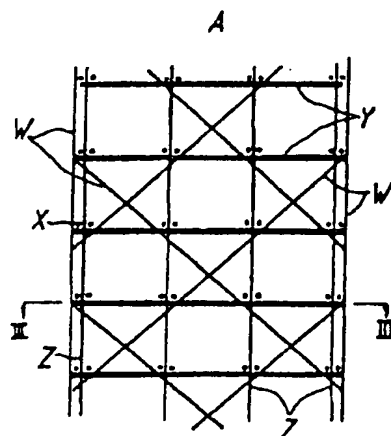
試験片	A	B	C	試験片寸法 厚さ×幅×長さ (mm)
性能				
見掛け比重	0.21	0.14	0.063	
比曲げ強度	690	630	220	30×30×250
たて方向比 圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	36	19	13	30×30×80
たて方向比 圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	450	309	179	30×30×80

上記第1表において、比曲げ強度は3点曲げ試験によるものであり、またたて糸方向比圧縮強度はたて糸Zの方向に圧縮した場合、よこ方向比圧縮強度はよこ糸Xの方向に圧縮した場合の比圧縮強度を示している。

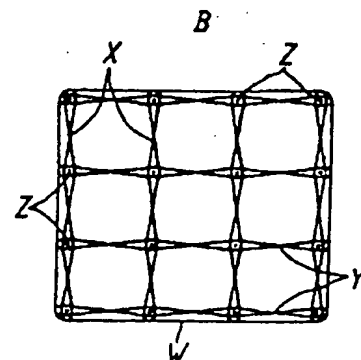
また、第2表及び第7図は上記A、B、Cの試験片についての比ねじり剪断応力を示している。

第 2 表

試験片	A	B	C
性能			
試験片寸法 厚さ×幅×長さ(mm)	32×32×280		
つかみ具間距離 (mm)	180		



第3図



6

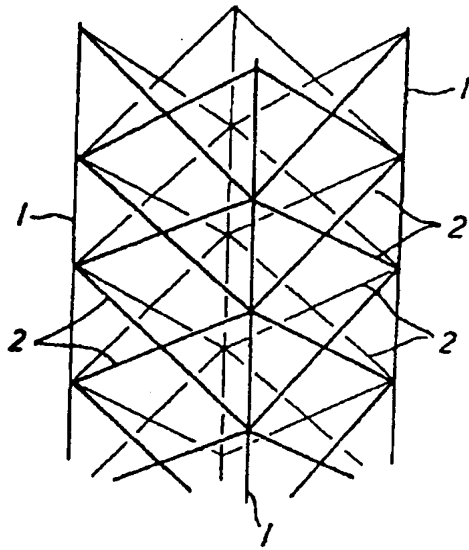
試験片	A	B	C
性能			
見掛け比重	0.208	0.156	0.138
5 最大ひずみ(%)	18	10	12
比ねじり剪断最大応力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	3500	580	1360

これらの実験結果から、本発明の複合部材は比較例に比して極めてすぐれた強度を有し、特に比ねじり剪断最大応力は、本発明の複合部材AがB及びCの複合部材の最大応力の和よりも大きい値を示し、これは本発明の複合部材の構成が強度の向上に極めて有効であることをあらわしている。

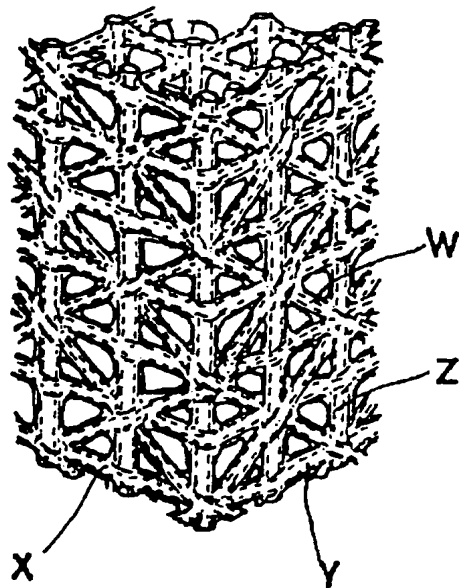
## 15 図面の簡単な説明

第1図は既知の構造材の斜視図、第2図及び第3図各A、Bはそれぞれ本発明の実施例の正面図及びII-II線、III-III線での横断面図、第4図は第2図A、Bに示す複合部材の要部拡大斜視図、第5図は本発明に係る複合部材の製法の一例を示す説明図、第6図及び第7図は実験例を示すグラフである。

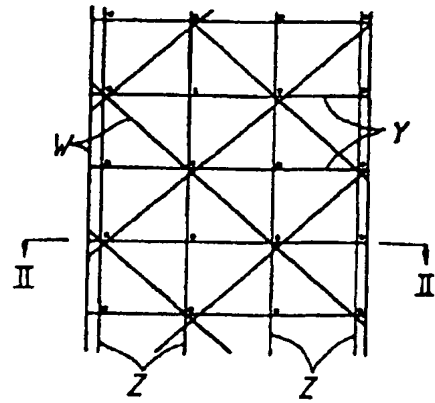
第 1 図



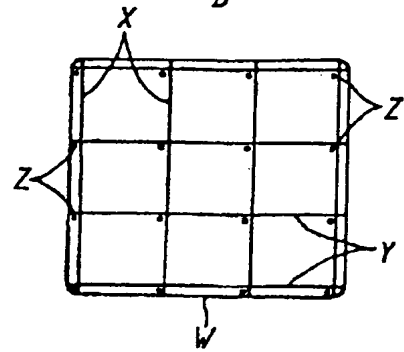
第 4 図



第 2 図 A



B



第 5 図

